



# KOREAN PATENT ABSTRACTS(KR)

Document Code:B1

(11) Publication No.1002890400000 (44) Publication Date. 20010214

(21) Application No.1019970071650 (22) Application Date. 19971222

(51) IPC Code:

G02B 6/28

(71) Applicant:

ELECTRONICS AND TELECOMMUNICATIONS RESEARCH INSTITUTE

KT CORPORATION

(72) Inventor:

JU, GWAN JONG

KIM, HONG MAN

LEE, SANG HWAN

PARK, GI SEONG

SONG, MIN GYU

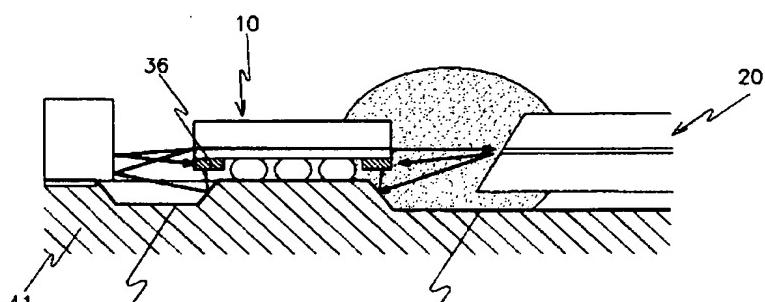
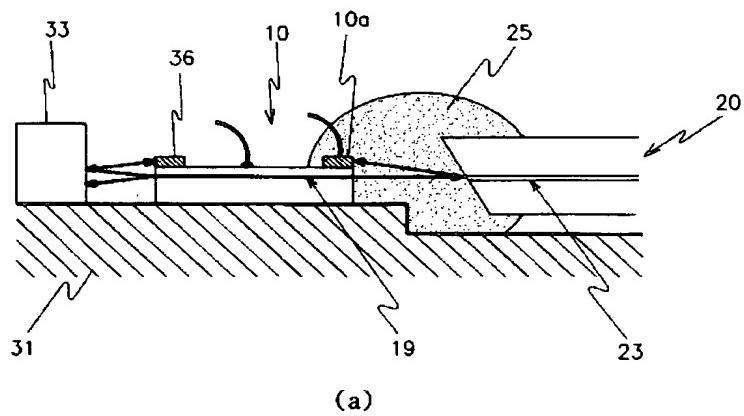
(30) Priority:

(54) Title of Invention

BIDIRECTIONAL OPTICAL COMMUNICATION MODULE USING SINGLE OPTICAL FIBER

Representative drawing

(57) Abstract:



**PURPOSE:** A bidirectional optical communication module is provided to couple a bidirectional optical device and an optical fiber effectively by integrating a receiver in a semiconductor laser for transmission as a single chip.

**CONSTITUTION:** An integrated laser diode(10) is bonded to a substrate(31) made of a diamond or alumina material. An optical fiber core(23) and a waveguide(1 ) of a laser diode are aligned correspondingly so that the laser diode(10) is electrically driven and optical coupling is made maximumly. An optical fiber(20) is ground so as to be inclined, so that a

pointed portion is directed to a receiver. A gap between an optical device and the optical fiber(20) is filled with medium(25) for adjusting a reflective index. A reflection matter(33) is formed perpendicularly to a waveguide direction toward a monitor photo diode(36). A received light from the optical fiber(20) is bent toward a receiver(10a) by a reflective difference between the optical fiber(20) and the optical coupling medium(25), absorbed in an optical absorption layer of the receiver(10a), and converted into a current. The current is detected by an external circuit through a p-type common electrode and an n-electrode of the receiver.

© KIPO 2002

if display of image is failed, press (F5)

(19) 대한민국특허청(KR)  
 (12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.	(11) 공개번호	특1999-0052201
G02B 6/28	(43) 공개일자	1999년07월05일
(21) 출원번호	10-1997-0071650	
(22) 출원일자	1997년12월22일	
(71) 출원인	한국전기통신공사, 이계철 대한민국 463-010 경기도 성남시 분당구 정자동 206 한국전자통신연구원, 정선종 대한민국 305350 대전광역시 유성구 가정동 161번지	
(72) 발명자	주관종 대한민국 305-030 대전광역시 유성구 전민동 엑스포아파트 306-1202 박기성 대한민국 305-035 대전광역시 유성구 신성동 한울아파트 101-1301 이상환 대한민국 305-053 대전광역시 유성구 송강동 송강그린아파트 310-1102 송민규 대한민국 305-033 대전광역시 유성구 어은동 한빛아파트 133-804 김홍만 대한민국 305-033 대전광역시 유성구 어은동 한빛아파트 112-802 김명섭 이화익 있음	
(74) 대리인		
(77) 심사청구		
(54) 출원명	단일 광섬유를 이용한 양방향 광통신 모듈	

## 요약

본 발명은 반도체 레이저에 수광소자가 집적된 양방향 광소자에 단면이 연마된 광섬유를 사용하여 광결합을 함으로써 수광소자에 대한 반도체 레이저에서 방출된 송신 광의 광섬유 단면 반사의 영향을 제거하고 송신 광의 광결합 효율을 유지하면서도 수신 광의 결합 효율을 극대화하여 광 모듈의 구조를 단순화 및/또는 소형화하고 패키징 공정에 필요한 난이도를 줄여 제작 비용을 절감한 단일 광섬유를 이용한 양방향 광통신 모듈의 제작을 가능하게 하며, 더욱이 이 양방향 광소자에 모니터 포토다이오드를 집적하면 별도의 모니터 포토다이오드의 사용에 따른 비용의 증가를 최소화시키며 양방향 광소자와 모니터 포토다이오드의 광결합 구조를 단순화·극소형화하여 패키징 공정에 필요한 난이도를 줄이고 양방향 광소자 어레이의 패키징에 있어서도 공정의 난이도와 패키지 구조의 변화가 없이 모니터 포토다이오드를 사용하는 할 수 있게 하는데 그 목적이 있다.

대표도

도3

명세서

## 도면의 간단한 설명

도 1은 수광소자가 반도체 레이저에 집적된 양방향 광 소자의 구조를 도시한 사시도.

도 2는 본 발명에 따라 단면이 예각으로 연마된 광섬유에서의 광 신호의 입출력 원리를 설명하기 위한 도면.

도 3A는 본 발명의 모니터 포토다이오드가 집적된 양방향 광소자와 광섬유를 능동 정렬 방법에 의해 실장시킨 광소자 모듈의 단면도.

도 3B는 본 발명의 모니터 포토다이오드가 집적된 양방향 광소자와 광섬유를 수동 정렬 방법에 의해 실장시킨 광소자 모듈의 단면도, 도 4는 본 발명의 모니터 포토다이오드가 집적된 양방향 광소자를 수동정렬 방법으로 기판 위에 실장시킨 광소자 모듈의 사시도를 각각 나타낸다.

#### \* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

10a : 수광소자	10 : 양방향 광 소자
20 : 광 섬유	23 : 광섬유 코아
25 : 굴절률 조절매체	19 : 반도체레이저의 도파로
31 : 능동정렬용 실리콘 기판	41 : 수동정렬용 실리콘 기판
33 : 반사수단	36 : 모니터 포토다이오드
43a : 광 반사용 V-홀	43b : 광섬유 정렬용 V-홀
17a, 17b : 본딩 패트	47 : 본딩 와이어
To : 반도체 레이저의 송신광	Ro : 광섬유로부터 나오는 수신광

#### 발명의 상세한 설명

##### 발명의 목적

##### 발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 한 가닥의 광 섬유로 송신과 수신을 동시에 하는 양방향성 광 모듈에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 광 수신용 수광소자를 광 송신용 반도체 레이저에 단일 침으로 집적시킨 양방향 광소자와 광섬유와의 광 결합 방법을 개선시킨 광 모듈에 관한 것이다.

광 통신을 위한 통상의 광 통신 모듈은 송신 모듈과 수신 모듈의 두개로 나뉘어져 별도의 광섬유 선을 통하여 송신 및 수신을 한다. 최근 들어 광 송신 부분과 수신 부분이 한개의 패키지 내에 집적된 광 송수신 모듈이 개발되었으나 이 역시 별도의 광섬유 선을 사용함에는 변함이 없다. 송신과 수신을 위해 별도의 광섬유 선을 사용하는 대신 한개의 광섬유 선을 이용하여 송신 및 수신을 할 수 있도록 하면 광섬유의 포설에 드는 비용을 절감할 수 있으며, 이에 따라 여려가지 광 부품의 수 또한 줄게 되어 더욱 경제성 있는 광통신을 구현할 수 있게 된다.

광 송신과 수신을 광섬유 한가닥을 통하여 동시에 하기 위한 시도는 이미 이루어져 왔다. 광섬유 한가닥으로 송신 및 수신 신호를 동시에 전송하는 양방향 광통신에 있어서, 가장 중요한 부품인 양방향 광송수신 모듈은 통상 하나의 광 신호를 두개로 나누어 주는 Y 형태의 광분기 도파로 소자, 반도체 레이저, 그리고 수광 소자 등 기본적으로 3개의 별도 소자로 구성되어 있다. 광분기·도파로 소자에서 공통 광도파로 부분은 광섬유와 결합되며 본기된 이후에는 반도체 레이저와 수광소자가 각각 결합을 이루도록 구성된다.

반도체 레이저에서 나온 광은 광분기 도파로 소자에 광 결합되어 광도파로를 따라 진행하다가 Y 분기점을 지나 공통의 광도파로 부분을 거쳐 광섬유로 광결합되어 나가게 되며, 반면에 광섬유로부터 입력되는 빛은 공통의 광도파로로 결합되어 진행하다가 Y 분기점에서 빛이 양쪽으로 갈라지는데 그 중에서 수광소자와 결합된 광도파로 방향으로 진행한 광이 수광소자와 광결합되어 신호가 검출되게 된다.

그러나, 이러한 방법에서는 광도파로 분기 소자의 양쪽에서 반도체 광소자와 광섬유를 각각 광결합하며 Y 분기에 의해 광 신호를 분리함으로써, 전체적인 삽입순서가 매우 커져 송신되는 광 출력력과 수신되는 광의 수신 강도 모두를 약화시키게 되는 단점이 있다. 더욱이, 각각의 소자를 별도로 제작하고 또한 이들을 각각 정밀한 광정렬 패키징 공정을 통하여 광결합을 시켜 광모듈을 제작함으로써, 모듈의 제작 원가가 상승되며 소형화가 어려운 단점이 있다.

상기한 종래 기술의 단점인 많은 부품 수와 다 단계의 광정렬 패키징 공정을 해소하기 위한 것으로서 반도체 레이저, 수광소자, 그리고 광분기 도파로 소자 등 모든 부품을 반도체 공정을 이용하여 한개의 기판 위에 집적하여 제작하는 방법이 시도되고 있다. 이 기술로 제작한 집적소자는 개별소자를 사용할 때 보다 특성이 우수하며 또한 광섬유 만을 정렬하면 광모듈을 제작할 수 있기에 패키징 공정이 단순화되는 이점이 있다.

그러나, 이 역시 광분기 도파로를 사용하기에 자체에서의 광손실은 피할 수 없고, 소형화가 어려워진다. 동일한 반도체 기판상에 각각 서로 다른 구조와 제작 공정을 갖는 세가지 종류의 광소자를 동일한 공정과정을 거쳐 단일 침으로 집적시켜야 하므로 구조 및 제작 공정이 매우 복잡하며, 각각의 소자들이 최대의 특성을 갖도록 구조를 최적화시켜 높은 수율을 얻는다는 것은 매우 어렵다.

한가닥의 광섬유로 광신호의 송신 및 수신을 동시에 하는 또 다른 방법은 특수한 박막 필터 면을 광섬유 축에 대하여 45°를 어지게 하고 광섬유 축 방향으로 필터의 후방에 반도체 레이저를, 그리고 필터의 윗쪽으로 광섬유 축 방향에 대하여 90° 위치에 수광소자를 위치시키는 구조를 갖는다.

반도체 레이저에서 나온 광은 필터를 통과하여 광섬유와 광결합되며, 역으로 광섬유로부터 방출되는 수신 신호광은 필터에서 90°반사되어 수광소자로 광결합되는 원리를 갖는다. 이러한 구조의 광모듈의 경우, 원리는 간단하나 각각의 광소자를 별도로 제작해야 하며 재현성 있는 필터의 제조가 어렵고 부피가 큼 뿐 아니라 필터와 광소자 정렬 등 패키징 공정이 까다로우며 광결합 거리가 길어지는데 따른 광결합 손실 증가로 광출력과 수신강도 등이 낮아지는 단점이 있다.

이와 같이, 광통신에서 광의 송신과 수신을 위해 별도의 광섬유 선을 사용하는 대신 한개의 광섬유 선을 이용하여 송신 및 수신을 할 수 있도록 하면 광섬유의 포설에 드는 비용을 절감할 수 있으며, 이에 따라 여러가지 광부품의 수 또한 줄게 되어 더욱 경제성 있는 광통신을 구현할 수 있게 된다. 이러한 목적으로 다양한 시도가 이루어져 왔으나 부피가 크고 부품의 수가 많으며 그의 제작 또한 까다로워서 경제성은 물론 재현성이 있는 모듈 제작이 어렵고, 단일 파장을 사용하는 경우에는 수광소자에 미치는 송신광의 영향을 제거하기 위해 별도의 장치를 사용하며, 더욱이 향후에 유력시되는 고밀도 광파장분할 방식의 통신에 적용하려면 별도의 광소자 제작뿐만 아니라 패키지 구조 및 공정의 복잡성 등이 크게 증가하여 비용이 많이 들게 되는 문제점을 안고 있다.

#### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 상기 문제점을 해소하기 위해 안출된 것으로서, 그 목적은 한가닥의 광섬유로 송신과 수신을 동시에 하는 광모듈을 제작함에 있어서, 광수신용 수광소자를 광송신용 반도체 레이저에 단일점으로 접적시킨 양방향 광소자와 광섬유를 효과적으로 광결합 시킨 광통신 모듈을 제공하는데 있다.

#### 발명의 구성 및 작용

상기 목적 달성을 위한 본 발명의 제1 실시예에 의하면, 도파로를 구비한 레이저 다이오드 및 수광 소자가 동일 기판상에 접적된 양방향성 광소자 및 광섬유를 능동정렬용 기판상에 광결합 시킨 단일 광통신 모듈에 있어서, 상기 광섬유의 절단면을 그 면과 광섬유 측이 이루는 각도가 예각이 되도록 평평하게 연마하며, 이를 광결합시 반도체 레이저에서 방출되는 송신 광은 광섬유 코어로 광결합되며 광섬유 코어에서 방출되는 수신 광은 양방향 광소자의 수광부위로 집중되어 흡수되게 함으로써 한개의 광섬유를 통하여 양방향 광통신을 가능하게 하는 광통신 모듈이 제공된다.

본 발명의 제2 실시예에 의하면, 수광소자를 반도체 레이저에 접적한 양방향 광소자에 모니터 포토다이오드를 동시에 접적하여 형성하고, 광섬유의 절단면을 기울게 연마하며, 이를 광결합시 반도체 레이저에서 방출되는 송신 광은 광섬유 코어로 광결합되며 광섬유 코어에서 방출되는 수신 광은 양방향 광소자의 수광부위로 집중되어 흡수되게 함으로써 한개의 광섬유를 통하여 양방향 광통신을 가능하게 형과 동시에 반도체 레이저의 뒷쪽에서 방출되는 광을 반사체를 이용하여 반사시켜 양방향 광소자에 접적된 모니터 포토다이오드에 광결합되도록 하는 단일 광섬유를 이용한 양방향 광통신 모듈이 제공된다.

본 발명의 바람직한 실시예에 따르면, 반도체 레이저에 수광소자가 접적된 양방향 광소자에 단면이 연마된 광섬유를 사용하여 광결합을 함으로써 수광소자에 대한 반도체 레이저에 송신 광의 광섬유 단면 반사의 영향을 제거하고 송신 광의 광결합 효율을 유지하면서도 수신 광의 결합 효율을 극대화하여 광모듈의 구조를 단순화 및 소형화하고 패키징 공정에 필요한 난이도를 줄여 제작 비용을 절감한 양방향 광통신 모듈의 제작을 가능하게 한다.

또한, 이 양방향 광소자에 모니터 포토다이오드를 접적시킴으로써, 별도의 모니터 포토다이오드의 사용에 따른 비용의 증가를 최소화시키며 양방향 광소자와 모니터 포토다이오드의 광결합 구조를 단순화 및 극소행화하여 패키징 공정에 필요한 난이도를 줄이고 양방향 광소자 어레이의 패키징에 있어서도 공정의 난이도와 패키지 구조의 변화 없이 모니터 포토다이오드를 사용할 수 있다.

이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부도면을 참조하여 상세히 설명한다.

본 발명에 따른 양방향 광소자는 통상의 n형 반도체 기판에 형성된 반도체 레이저 위에 수광소자를 적층시켜 놓은 형태를 가지며, 이때 반도체 레이저와 수광소자 구조의 사이에 있는 p형 반도체층은 동일한 층을 서로 공유하여 수직으로 형성된 n-p-n 구조를 이루게 된다.

양방향 광소자의 제조 실시 예로서, 평면 매립형 이중접합 반도체 레이저 (Planar Buried Heterostructure Laser Diode)와 InGaAs 수광소자가 동일 기판상에 접적된 구조를 도 1에 의거하여 상세히 설명하면 다음과 같다.

반도체 레이저 제조 공정에 따라 유기금속 기상 결정 성장법 (Metal Organic Chemical Vapor Deposition) 또는 액상 에피 결정 성장법 (Liquid Phase Epitaxy) 등과 같은 결정 성장 방법에 의해 통상적인 InP 계열의 반도체 레이저를 제조한다. 즉, 광도파로(19)를 내재한 기판(1)과 p-InGaAs 에피층(3)으로 구성된 반도체 레이저 다이오드 위에, 도핑되지 않은 InP 층(5), 도핑되지 않은 InGaAs 광흡수층(7), 및 n형 InP 층(9)을 순차적으로 성장한 후, 수광소자 영역으로 정의된 부분만을 낭기고 역으로 선택 식각한다.

이때, 반도체 레이저의 광출력을 감시하는 모니터 포토다이오드도 접적하여 형성할 수 있으며, 이 경우 모니터 포토다이오드는 반도체 레이저의 도파로 선상에서 수광소자와 반대되는 곳에 위치시키는데 수광소자 영역의 식각시 모니터 포토다이오드의 영역을 정의하여 동시에 식각할 수 있다. 그리고, 실리콘 질회를(11)로 수광소자 및 모니터 포토다이오드의 광흡수층 영역과 전극을 정의하고, 저항성 접촉을 이루는 금속으로 p형 InGaAs(3) 층으로부터 반도체 레이저와 수광소자의 공통전극(13) (모니터 포토다이오드 접적시에도 동일한 공통전극을 사용함), n형 InP 층(9)으로부터 수광소자의 n형 공통전극(15)을 (모니터 포토다이오드 접적시에는 별도의 n 전극을 형성) 각각 형성하여 웨이퍼 전면 공정을 완료한다.

이때, 플립칩 본딩을 위해서는 본딩된 칩의 기계적 안정성을 위하여 각각의 전극 패드 이외에 여분의 플립칩 본딩용 패드(17)를 형성할 수 있다. 이후, 웨이퍼의 뒷면을 일정 두께로 연마 후 n형 InP기판(1)과 저항성 접촉을 이루는 금속을 증착하여 반도체 레이저의 후면 전극을 형성하고, 일정 크기로 벽개(cleaving)하여 단위 칩으로 분리함으로써 양방향 광소자 칩(10) (모니터 포토다이오드 접적시에는 접적형 양방향 광소자 칩)을 제작한다.

상기 공정을 통하여 제작된 양방향 광소자(10)는 후술되는 광섬유와 광결합을 이루기 위하여 실장된다. 다음은, 이러한 광소자에 광결합되는 광섬유에서의 광신호의 입/출력 원리를 도 2를 참조하여 설명한다.

도 2를 참조하면, 반도체 레이저에서 방출된 송신 광(To)이 광섬유 절단면(21)에서 반사되어 수광소자에 흡수됨으로써 필요없는 정보가 감지되는 것을 방지하기 위하여, 광섬유 절단면(21)과 광섬유 측이 이루는 각도를 예각이 되도록 평평하게 연마하여 사용한다. 이는 광 출력의 효율을 높이려는 등의 필요에 따라 원추형으로 연마할 수도 있다.

평평하게 예각으로 연마한 광섬유를 사용하여 양방향 광소자와 광결합을 이루는 경우, 광신호가 공기에서 광섬유로 또는 그 역으로 광섬유에서 공기로 진입할 때 스넬(Snell)의 법칙 ( $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$ ) 여기서  $n_1$  및  $n_2$ 는 매체 1과 2의 굴절률을 각각 나타내며,  $\theta_1$  및  $\theta_2$ 는 입출력 광의 방향과 광섬유 절단면이 이루는 각도를 각각 나타남)에 따라 공기 ( $n_1 = 1$ )와 광섬유( $n_2$

### ≠ 1.5)의 굴절률 차이에 의해서 광선호의 진행 방향이 변화하게 되는데 이의 관계를 도 2에 나타내었다.

이렇게 바뀌는 광의 진행방향은 반도체 레이저와 수광소자 각각의 광결합에도 영향을 미치게 되므로 광선유 연마각  $\delta$ 에 대한 실질적 산정이 필요하게 된다. 즉, 통상적인 광선유(20) 내의 코어(core)(23)와 이를 둘러싼 클래드(clad) 중간의 굴절률 차이가 약 0.003~0.005 정도인데 이는 공기를 거쳐 코어(23)의 방향과 평행하게 코어에 진입한 송신광(To)이 전 반사되어 광선유를 따라 진행할 수 있는 최대 전반사 각  $\alpha_c$ 를 약 5~6°로 제한하는 것이므로 일사 광에 대한 광선유의 연마각  $\delta$ 를 최대 10~11°정도 이내로 하여야 광선유 방향과 수평하게 일사하는 반도체 레이저의 송신 광과 광선유 간의 광결합에서 원거리 통신에 필요한 광출력을 얻을 수 있다.

광선유(20)와 수광소자와의 광 결합에서는 수광소자가 반도체 레이저의 위에 적층되어 있으므로 반도체 레이저와 광선유의 광결합에 지장을 주지 않는 범위에서 광선유에서 방출된 수신광(Ro)이 가급적 수광소자의 수광창으로 집중되게 하여야 한다. 본 실시예에서는 이를 위해, 절단면을 기울게 연마한 광선유의 뾰족한 부위를 수광소자가 위치한 방향으로 놓아도록 하면 송신광 반사 영향의 제거 뿐 아니라 도 2 및 도 3에서처럼 광선유 진행 방향과 수평하게 방출되는 수신광(Ro)이 수광소자 쪽으로 향하게 되어 효율적인 광결합을 얻는 효과가 있다.

광결합의 매질이 공기이면서 반도체 레이저 발산각의 1/20이 상기한 광선유(20)의 최대 연마각  $\delta$  보다 큰 경우에는 광선유 표면에서 반사된 송신광(To)이 수광소자로 흡수될 수 있으며, 이때 흡수되는 광의 세기가 수광소자의 수신 감도 (-40 dBm 이상) 범위에 해당되면 반사된 송신광(To)이 수신광(Ro)과 섞이게 되어 수신 정보로 잘 못 해석될 수 있다. 따라서, 광선유 표면에서의 송신광 반사를 최대한 억제하여야 하는데(모니터 포토다이오드에서는 반사를 최대한 이용함), 통상적인 반도체 레이저 발산의 FWHM(Full Width at Half Maximum)을 고려하여 광학 산식에 의한 계산을 하면 광선유의 연마각  $\delta$ 를 30°이상으로 하여야 수광소자 수신감도 범위의 세기를 갖는 송신광 반사의 영향을 방지할 수 있게 된다.

반면에, 광선유의 연마를 상기 최대 연마각 보다 크게 하면 광선유에 평행하게 일사하여 광결합된 반도체 레이저의 송신광(To)의 변경 방향이 광선유 코어(23)에서의 전반사 각  $\alpha_c$ 를 넘어서게 되어 장거리 광송신에 필요한 광출력을 얻기가 어렵게 된다. 이러한 경우에는, 광결합 매질의 굴절률을 조절하면 양방향으로 효율적인 광결합을 이룰 수 있다.

이를 위하여, 공기 대신에 실리콘 젤 등의 물질을 광결합 매질로 사용할 수 있다. 실시 예로서, 출력이 5 mW인 반도체 레이저의 FWHM이 30°인 경우 광선유의 연마각이 35°정도가 되어야 광선유 표면에서의 반사된 송신광이 수광소자에 미치는 영향을 효과적으로 방지할 수 있으며, 이때 굴절률이 약 ~1.3인 굴절률 조절 매체(도 3a에서의 참조부호 25)를 사용하면 장거리 통신에 충분한 광출력과 함께 수신 효율을 만족시킬 수 있다.

전술한 광결합 원리를 이용하여 양방향 광소자와 광선유를 실장할 때 이를 능동정렬 방법 혹은 수동정렬 방법으로 실장할 수 있으며, 이들의 광결합 실시 예를 각각 도 3a 및 도 3b에 의거하여 설명하면 다음과 같다.

도 3a에서와 같은 능동정렬 방법에서는, 집적형 레이저 다이오드(10)를 다이아몬드나 알루미나 등 재료의 기판(31)에 다이본딩하고, 전기적으로 레이저 다이오드(10)를 구동시키면서 최대의 광결합이 이루어지도록 광선유 코어(23)와 레이저 다이오드의 도파로(19)가 일치되게 정렬하여 고정함으로써 광모듈이 제작된다.

이때, 광선유(20)는 기울게 연마되어 뾰족한 부분이 수광소자 쪽으로 향하도록 하며, 필요시 실리콘 젤 등의 굴절률 조절 매체(25)를 사용하여 광소자와 광선유(20) 사이를 채운다. 더욱이, 집적형 양방향 광소자인 경우에는 모니터 포토다이오드(36) 쪽으로 도파로(19)의 방향과 수직하게 반사를(33)을 형성한다.

제작된 광모듈의 p형 공통전극(13)과 반도체 레이저의 후면 전극에 전류를 인가하여 반도체 레이저(10)를 발진시키면, 반도체 레이저의 도파로(19)의 양쪽으로 광이 방출된다. 이때, 전방으로 방출되는 송신광(To)은 광선유 코어(23)와 광 결합 되고 후방, 즉 모니터 포토다이오드(36) 쪽으로 나오는 광은 반사율(33)에서 반사되어 모니터 포토다이오드(36)의 광 흡수층으로 흡수되어 전류로 변환된다. 이 전류 성분은 역바이어스 전압이 걸린 p형 공통전극(13)과 모니터 포토다이오드(36)의 n전극을 통하여 외부 회로로 검출된다.

한편, 광선유(20)로부터 나오는 수신광(Ro)은 광선유(20)와 광결합 매체(25) 간의 굴절률 차이에 의하여 수광소자(10a) 쪽으로 꺾이면서 수광소자(10a)의 광흡수층(7)으로 흡수되어 전류로 변환되고 이 전류 성분은 역바이어스 전압이 걸린 p형 공통전극(13)과 수광소자의 n전극(15)을 통하여 외부 회로로 검출된다.

다음은, 수동정렬 방법으로 광소자와 광선유의 광결합을 이루는 경우에 있어서 양방향 광소자의 광결합 원리를 도 3b를 바탕으로 설명하면 다음과 같다.

양방향 광소자(10)를 수광소자(10a) 쪽 면이 아래쪽을 향하게 하여 실리콘 등으로 제작한 수동정렬용 기판(41) 위에 플립칩 본딩하고, 광선유(20)를 단면이 기울게 연마된 광선유의 뾰족한 부위가 수광소자(10a) 쪽으로 향하도록 광선유 정렬용 V-홀(43b)에 정렬하여 고정한다. 필요에 따라, 실리콘 젤 등의 굴절률 조절 매체(25)로 광소자와 광선유(20) 사이를 채운다.

수동정렬용 기판(41) 위에 형성되는 플립칩 본딩 패드의 위치 및 V-홀의 폭은 도파로(19)와 광선유 코어(23)가 일렬로 정렬되도록 설계한다. 수광소자(10a)는 절개면 뿐 아니라 표면에서도 수광이 가능하므로, 광선유 코어(23)에서 나온 수신 광이 수광소자(10a)의 절개면으로 직접 흡수될 뿐 아니라 수광소자의 아래쪽 기판 상 V-홀(43b)의 단면에서 반사된 광 역시 표면을 통하여 흡수되므로 능동정렬 방법에서 보다 수광소자의 광결합 효율을 높일 수 있다.

이때, V-홀(43b)에서의 반사를 더 높이려면, V-홀(43b)의 표면에 금(Au) 등의 금속을 증착한다. 광소자의 플립칩 본딩에는 슬더 병프(45)를 사용하지만 이를 Au 등의 재료로 형성하여도 무방하다.

집적형 양방향 광소자인 경우에는 반사율(33)을 능동정렬에서와 마찬가지로 모니터 포토다이오드(36) 쪽 후면에 실장한다. 모니터 포토다이오드(36) 역시 절개면 뿐 아니라 표면에서의 수광이 가능하므로, 모니터 포토다이오드(36)의 아래쪽 기판에 반사율(33) 쪽으로 광반사용 V-홀(43a)을 형성하면, 반사율(33)에서 직접 반사된 광이 모니터 포토다이오드의 절개면으로 흡수될 뿐 아니라 광반사용 V-홀(43a)에서 2차 반사된 광 역시 표면을 통하여 흡수되므로 광결합 효율을 높일 수 있다.

이때, V-홀(43a)에서의 반사율을 더욱 높이려면 반사용 V-홀(43a)의 표면에 Au 등의 금속을 증착한다. 반사된 광이 반도체 레이저의 도파로(19)로 역 흡수되는 것을 방지하기 위한 경우에는, 도파로(19)와 수직한 방향에 있는 반사율(33)의 반사면을 반도체 레이저의 수직방향 최대 발산 각( $\theta_h$ )의  $\frac{1}{2}$  보다 큰 각( $> \theta_h / 2$ )으로 아래쪽을 향하도록 반사율(33)을 제작하면, 반사율(33)에서 반사된 광이 집적형 양방향 광소자의 절단면으로 반사되지 않고 광반사용 V-홀(43a)을 경유하여 모니터 포토다이오드(36)의 표면으로 흡수된다.

제작이 완성된 광모듈의 실시 예를 도 4를 참조하여 설명한다.

p형 공통전극에 연결된 와이어 본딩 패드(17a)와 반도체 레이저의 후면전극에 전류를 인가하여 반도체 레이저를 발진시키면 반도체 레이저의 전방으로 방출되는 광은 광결합 매체를 통하여 V-홀(43b)에 정렬된 광섬유 코어(23)와 광 결합되어 송신되며, 광섬유(20)로부터 나오는 수신광은 광섬유(20)와 굽절률 조절매체(25)간의 굽절률 차이에 의하여 수광소자 쪽으로 꺾이면서 수광소자의 광흡수층(7)으로 흡수되어 전류로 변환되고 이 전류 성분은 역바이어스 전압이 걸린 p형 공통전극(13)과 수광소자의 n전극(15)을 통하여 외부 회로로 검출된다.

집적형 양방향 광소자에서는 반도체 레이저(10)의 후방, 즉 모니터 포토다이오드(36) 쪽으로 나오는 빛은 반사율(33)에서 반사되어 직접 혹은 광반사용 V-홀(43a)을 통하여 모니터 포토다이오드(36)의 광 흡수층으로 흡수되어 전류로 변환되고 이 전류 성분은 역바이어스 전압이 걸린 p형 공통전극(13)과 모니터 포토다이오드(36)의 n전극에 연결된 와이어 본딩 패드를 통하여 외부 회로로 검출된다.

비록 본 발명이 특정 실시예에 관해 설명 및 도시 되었지만, 이것은 본 발명을 제한하고자 의도된 것은 아니며, 이 기술에 숙련된 사람은 본 발명의 정신 및 범위내에서 여러 가지 변형 및 수정이 가능하다는 것을 알 수 있을 것이다.

#### 발명의 효과

본 발명은 한가닥의 광섬유로 송신과 수신을 동시에 하는 광모듈을 제작함에 있어서, 광송신용 반도체 레이저와 광 수신용 수광소자를 단일침으로 집적시키고 이의 광결합에 단면을 기울게 연마한 광섬유와 함께 굽절률 조절 매체를 사용함으로써, 반도체 레이저와 광섬유 간의 광결합 시 반도체 레이저에서 방출된 송신광의 광섬유 단면 반사의 영향을 제거하고 송신광의 광결합 효율을 유지하면서도 수신광의 결합 효율을 극대화 하며 구조를 단순화 및 소형화하여 패키징 공정에 필요한 난이도를 줄이고 비용을 절감하며 파장 분할 광소자 어레이의 패키징에 있어서도 공정의 난이도와 패키지 구조의 변화가 없이 양방향 통신을 가능하게 하는 효과를 발휘한다.

또한, 수광소자를 반도체 레이저 위에 형성할 때 반도체 레이저의 광출력을 안정적으로 유지하기 위하여 이의 출력을 감시하는 모니터 포토다이오드의 순수운 집적이 가능하며, 이러한 집적형 양방향 광소자 제작시 기판에 접착된 집적형 양방향 광소자의 뒷쪽에서 방출되는 광을 반사체를 이용하여 반사시켜 양방향 광소자에 집적된 모니터 포토다이오드에 광결합되는 구조를 갖도록 함으로써, 반도체 레이저, 수광소자 및 모니터 포토다이오드가 집적된 광소자의 광결합 구조를 단순화 및 국소형화하여 패키징 공정에 필요한 난이도를 줄이고 별도의 모니터 포토다이오드를 제작하고 실장하는데 소요되는 비용을 절감하며, 어레이 반도체 레이저의 패키징에 있어서도 공정의 난이도와 패키지 구조의 변화가 없이 모니터 포토다이오드를 손쉽게 사용할 수 있게 하는 효과가 있다.

#### (57) 청구의 범위

##### 청구항 1.

도파로를 구비한 레이저 다이오드 및 수광 소자가 동일 기판상에 집적된 양방향성 광 소자, 및 광 섬유를 능동정렬용 기판 상에 광 결합시킨 단일 광섬유를 이용한 양방향 광통신 모듈에 있어서,

상기 광섬유의 절단면을 그 면과 광섬유 축이 이루는 각도가 예각이 되도록 평평하게 연마하여, 이들을 광결합시 반도체 레이저에서 방출되는 송신 광은 광섬유 코어로 광결합되며 광섬유 코어에서 방출되는 수신 광은 양방향 광소자의 수광부위로 집중되어 흡수되게 함으로써 한개의 광섬유를 통하여 양방향 광통신을 가능하게 하는 광통신 모듈.

##### 청구항 2.

수광소자를 반도체 레이저에 집적한 양방향 광소자에 모니터 포토다이오드를 동시에 집적하여 형성하고, 광섬유의 절단면을 기울게 연마하여, 이들을 광결합시 반도체 레이저에서 방출되는 송신 광은 광섬유 코어로 광결합되며 광섬유 코어에서 방출되는 수신 광은 양방향 광소자의 수광부위로 집중되어 흡수되게 함으로써 한개의 광섬유를 통하여 양방향 광통신을 가능하게 함과 동시에 반도체 레이저의 뒷쪽에서 방출되는 광을 반사체를 이용하여 반사시켜 양방향 광소자에 집적된 모니터 포토다이오드에 광 결합되도록 하는 단일 광섬유를 이용한 양방향 광통신 모듈.

##### 청구항 3.

제 1 항 및 제 2 항에 있어서,

광결합된 양방향 광소자와 단면이 연마된 광섬유 사이를 공기 이외의 매체로 채우는 것을 특징으로 하는 양방향 광통신 모듈.

##### 청구항 4.

제 3 항에 있어서, 상기 매개물질의 굽절률은,

광섬유의 굽절률과 다른 것을 사용함으로써 광섬유에 집적된 송신 광과 광섬유에서 방출되는 수신 광의 각도를 변화시키는 것을 특징으로 양방향 광통신 모듈.

##### 청구항 5.

제 1 항 및 제 2 항에 있어서,

광섬유를 기울게 평평하게 연마하지 않고 광섬유의 중심 부분이 가늘게 되도록 하여 코어 부분이 둘출되는 원추형으로 연마한 광섬유를 사용하는 것을 특징으로 하는 양방향 광통신 모듈.

##### 청구항 6.

제 5 항에 있어서,

상기 광결합된 광소자와 원추형으로 연마된 광섬유 사이를 공기 이외의 매체로 채우는 것을 특징으로 하는 양방향 광통신 모듈.

## 청구항 7.

제 1 항에 있어서.

양방향 광소자를 다이아몬드나 알루미나 등 재료의 기판에 다이 бон딩하고 레이저 다이오드를 구동시키면서 연마된 광성유를 그 뾰족한 부분이 수광소자 쪽으로 향하게 하여 최대의 광결합이 이루어지도록 광성유의 코어와 도파로가 일치되게 정렬하여 고정하고, 광모듈의 p형 공통전극과 반도체 레이저의 n전극에 전류를 인가하여 반도체 레이저를 발진시킬 때 반도체 레이저 도파로의 전방으로 방출되는 광은 광성유 코어와 광결합되고 광성유에서 나오는 광은 수광소자의 광 흡수층으로 흡수되도록 하는 것을 특징으로 하는 양방향 광통신 모듈.

## 청구항 8.

제 2 항에 있어서.

모니터 포토다이오드가 집적된 집적형 양방향 광소자를 다이아몬드나 알루미나 등 재료의 기판에 다이 бон딩하고 실리콘 재료 등의 반사물을 반도체 레이저의 도파로 방향과 수직하게 모니터 포토다이오드 쪽 후면에 설치한 후, 와이어 본딩으로 회로기판과 전기적으로 연결을 하고 레이저 다이오드를 구동시키면서 연마된 광성유를 뾰족한 부분이 수광소자 쪽으로 향하게 하여 최대의 광결합이 이루어지도록 광성유의 코어와 도파로가 일치되게 정렬하여 고정하고, 광모듈의 p형 공통전극과 반도체 레이저의 n전극에 전류를 인가하여 반도체 레이저를 발진시킬 때 반도체 레이저 도파로의 전방으로 방출되는 광은 광성유 코어와 광결합되고 후방인 모니터 포토다이오드 쪽으로 나오는 광은 반사물에서 반사되어 모니터 포토다이오드의 광 흡수층으로 흡수되며 광성유에서 나오는 광은 수광소자의 광 흡수층으로 흡수되도록 하는 것을 특징으로 하는 양방향 광통신 모듈.

## 청구항 9.

제 2 항에 있어서. 상기 반사물의 표면에 금속을 코팅하여 사용하는 것을 특징으로 하는 양방향 광통신 모듈.

## 청구항 10.

제 1 항에 있어서.

양방향 광소자를 수광소자 쪽 면이 아래쪽을 향하게 하여 실리콘 등으로 제작한 수동정렬용 기판 위에 플립칩 본딩하고, 연마된 광성유를 그 뾰족한 부분이 수광소자 쪽으로 향하게 하여 광성유 정렬용 V-홀에 정렬하여 고정하고, 반도체 레이저의 발진에 의해 반도체 레이저 도파로의 방출되는 송신 광은 광성유 코어와 광결합되고 광성유에서 나오는 수신 광은 수광소자의 광 흡수층으로 흡수되는 것을 특징으로 하는 양방향 광통신 모듈.

## 청구항 11.

제 2 항에 있어서.

모니터 포토다이오드 집적형 양방향 광소자를 수광소자 쪽 면이 아래쪽을 향하게 하여 실리콘 등으로 제작한 수동정렬용 기판 위에 플립칩 본딩하고, 반사물을 모니터 포토다이오드 쪽 후면에 설치한 후 연마된 광성유를 그 뾰족한 부분이 수광소자 쪽으로 향하게 하여 광성유 정렬용 V-홀에 정렬하여 고정하고, 반도체 레이저의 발진에 의해 반도체 레이저 도파로의 전방으로 방출되는 광은 광성유 코어와 광결합되고 후방인 모니터 포토다이오드 쪽으로 나오는 광은 반사물에서 반사되어 모니터 다이오드의 광 흡수층 단면으로 흡수되며 광성유에서 나오는 광은 수광소자의 광 흡수층으로 흡수되도록 하는 것을 특징으로 하는 양방향 광통신 모듈.

## 청구항 12.

제 10 항에 있어서. 상기

모니터 포토다이오드의 아래쪽 기판에 반사물 쪽으로 광반사용 V-홀을 형성하는 것을 특징으로 하는 양방향 광통신 모듈.

## 청구항 13.

제 12 항에 있어서. 상기 광반사용 V-홀의 표면을 금속으로 코팅하는 것을 특징으로 하는 양방향 광통신 모듈.

## 청구항 14.

제 2 항에 있어서.

상기 반사물에서 반사된 광이 반도체 레이저의 도파로로 역 흡수되는 것을 방지하기 위하여 도파로와 수직한 방향에 있는 반사물의 반사면을 반도체 레이저의 수직방향 최대 발산각( $\Theta_h$ )의  $\frac{1}{2}$  보다 큰 각( $> \Theta_h/2$ )으로 아래쪽을 향하도록 제작함으로써 반사물에서 반사된 광이 반도체 레이저의 도파로로 향하지 않고 광반사용 V-홀을 경유하여 수광소자의 광 흡수층으로 흡수되도록 하는 것을 특징으로 하는 양방향 광통신 모듈.

## 청구항 15.

제 10 항 및 제 11 항에 있어서.

광소자의 작동에 필요한 전극 이외에 여분의 플립칩 본딩 용 패드를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 양방향 광통신 모듈.

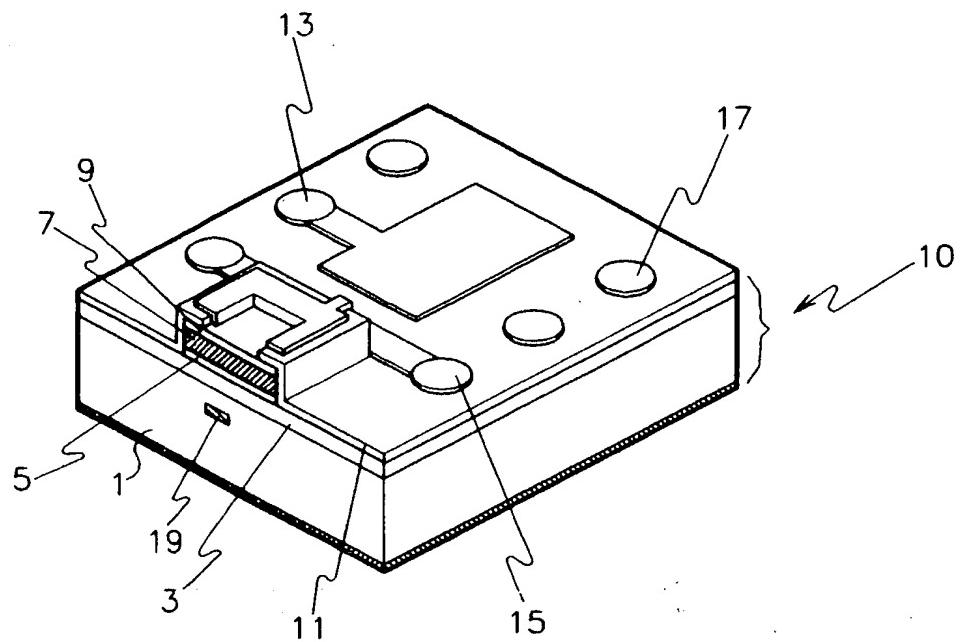
## 청구항 16.

제 10 항 및 제 11 항에 있어서.

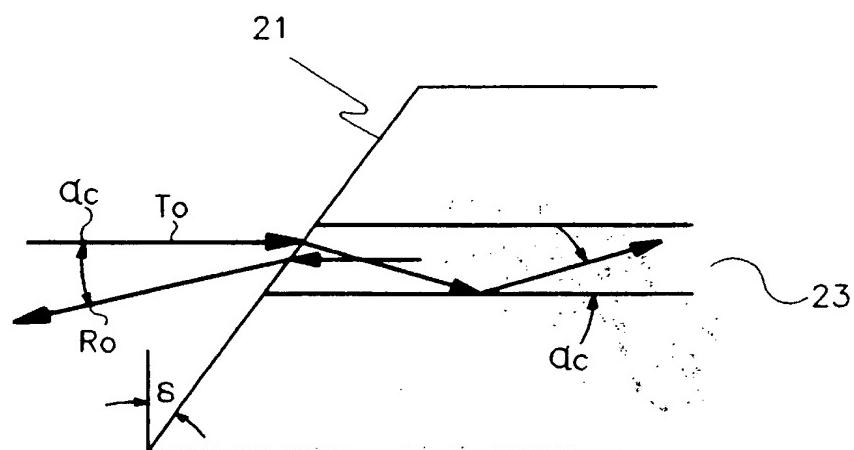
광소자가 플립칩 본딩되는 기판에 별도의 와이어 본딩용 패드를 형성하는 것을 특징으로 하는 양방향 광통신 모듈.

도면

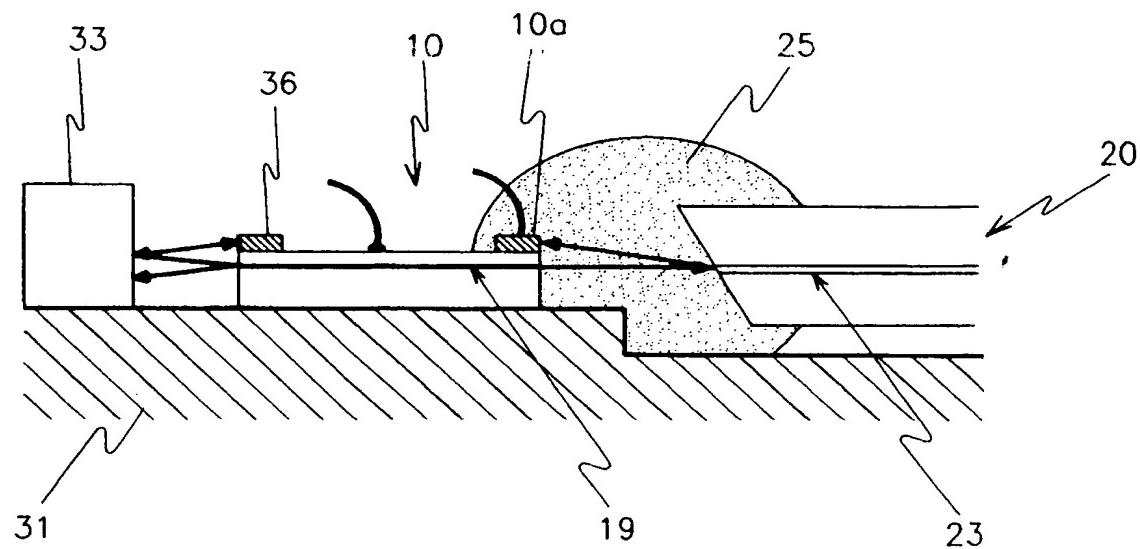
도면 1



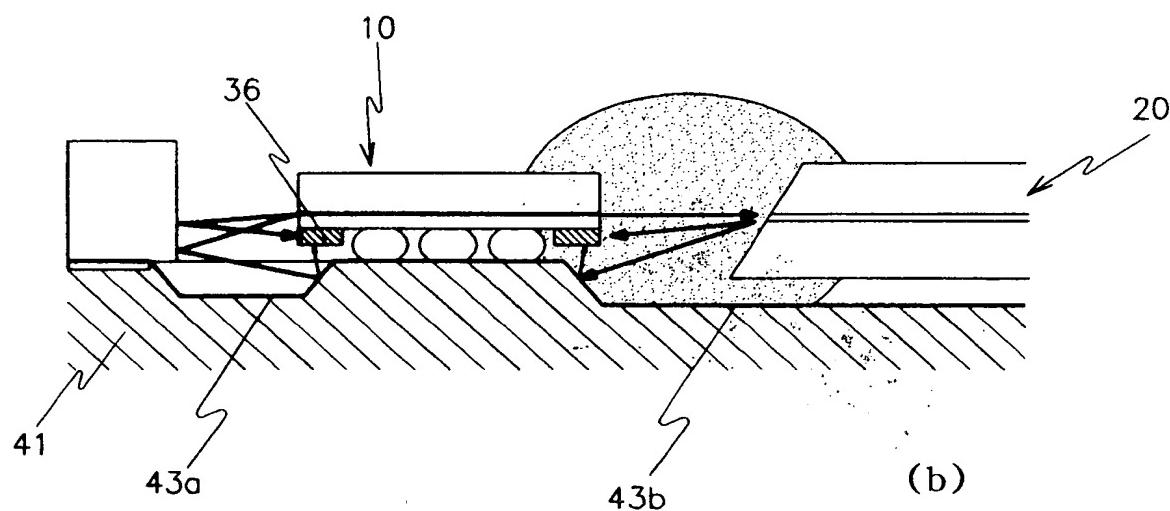
도면 2



도면 3



(a)



(b)

도면 4

